

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003 03 27

申 请 号： 03 1 14068.8

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 一种场发射元件的制备方法

申 请 人： 清华大学；鸿富锦精密工业（深圳）有限公司

发明人或设计人：刘亮；范守善

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 5 月 20 日

权 利 要 求 书

1. 一种场发射元件的制备方法，包括下列步骤：提供一基底，该基底具有一平整表面；在所述基底表面形成一催化剂层；通入碳源气体，加热至反应温度，碳源气体在催化剂作用下，生成碳纳米管阵列；在碳纳米管阵列顶端形成阴极电极；去除基底，露出碳纳米管阵列生长面。
2. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述基底的表面的平整度小于1微米。
3. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述基底是由能够耐受碳纳米管生长温度的材料构成。
4. 根据权利要求3所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述基底的材料包括高温玻璃、硅或氧化硅。
5. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述碳源气体为乙炔或乙烯。
6. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述催化剂为过渡金属Fe、Co、Ni或其氧化物。
7. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述去除基底是通过化学刻蚀方法去除。
8. 根据权利要求1所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述形成阴极电极是通过化学沉积金属材料形成阴极电极。
9. 根据权利要求8所述的场发射元件的制备方法，其特征在于所述形成阴极电极可进一步包括一电阻负反馈层。

说明书

一种场发射元件的制备方法

【技术领域】

本发明涉及一种场发射元件的制备方法，尤其涉及一种碳纳米管阵列场发射元件的制备方法。

【背景技术】

碳纳米管是一种新型碳材料，由日本研究人员 Iijima 于 1991 年发现，请参见 "Helical microtubules of graphitic carbon", S Iijima, Nature, Vol.354, P56 (1991)。碳纳米管具有极优异的导电性能，且其具有几乎接近理论极限的尖端表面积(尖端表面积愈小，其局部电场愈集中)，所以碳纳米管是已知的最好的场发射材料，它具有极低的场发射电压(小于 100 伏)，可传输极大的电流密度，并且电流极稳定，因而非常适合做场发射显示器的发射元件。

如图 12 所示，戴宏杰、范守善等人在美国专利第 6,232,706 号揭示一种碳纳米管场发射装置及其制备方法，该装置制备方法是在基底 210 表面形成多孔硅 220，再沉积催化剂层 230，直接在催化剂层 230 上生长得到垂直基底 210 的碳纳米管束 200 作为场发射元件，其得到的碳纳米管束 200 高度可达到 300 微米，碳纳米管束 200 顶部可能平坦，或者是凹面形状。该方法实现碳纳米管阵列生长并应用于场发射显示器。

然而，上述方法生成的碳纳米管高度不完全一致，有部分碳纳米管较长，另一部分较短，造成不同碳纳米管发射尖端不在同一平面，特别是如图 12 所示的凹面形状的碳纳米管阵列表面，在发射电子时，容易产生电子发射不均，从而导致显示不均的缺点。

因此，提供一种制备电子发射均匀的场发射元件的方法实为必要。

【发明内容】

本发明之目的在于提供一种发射端面平整、电子发射均匀的场发射元件的制备方法。

本发明提供一种场发射元件的制备方法，包括下列步骤：提供一基底，该基底具有一平整表面；在所述基底表面形成一催化剂层；通入碳源气体，加热至反应温度，碳源气体在催化剂作用下，生成碳纳米管阵列；在碳纳米

管阵列顶端形成阴极电极；去除基底，露出碳纳米管阵列生长面。

与现有技术相比，本发明具有如下优点：碳纳米管阵列发射端在同一平面，从而可实现电子均匀发射。

【附图说明】

图1是本发明场发射元件的制备方法流程图。

图2至图8是本发明第一实施例各步骤示意图。

图9至图11是本发明第二实施例各步骤示意图。

图12是现有技术碳纳米管场发射装置示意图。

【具体实施方式】

请参见图1，本发明方法主要包括下列步骤：

步骤1，提供一基底，此基底是后续步骤的支撑基础，应当选用能够耐受碳纳米管生长温度的材料，比如高温玻璃、硅、氧化硅等材料；

步骤2，在基底上形成一平整表面，可对基底表面通过机械抛光或化学抛光等方法，使得基底表面平整，平整度越小越好，以利于后续步骤碳纳米管可从同一平面开始生长；

步骤3，在基底表面形成一催化剂层，通过化学沉积方法，在该表面形成催化剂层，催化剂一般为过渡金属Fe、Co、Ni或其合金，沉积厚度1~10纳米，优选为3~5纳米。优选地，可以进一步将催化剂层在300℃~400℃温度下退火，以利于催化剂纳米颗粒的形成；

步骤4，生长碳纳米管阵列，以化学气相沉积法生长碳纳米管阵列，一般包括：通入碳源气体，加热至反应温度，通过催化剂的催化作用，碳源气体发生化学反应，生成碳纳米管阵列；生长碳纳米管阵列的温度视碳源气体成分、催化剂材料而定，一般在700℃左右；碳纳米管阵列生长的长度可视要求而定，一般为10微米~500微米。因为上述步骤2形成的表面平整，所以，碳纳米管阵列生长在同一平面，碳纳米管阵列的生长面平整；

步骤5，形成阴极电极，在碳纳米管阵列顶端形成阴极电极，一般可用化学沉积的方法沉积金属材料形成阴极电极，根据需要，阴极电极还可以包括一层电阻负反馈层；

步骤6，去除基底，可以利用化学刻蚀方法去除基底，露出碳纳米管阵列生长面，形成发射面平整的场发射元件。

请参见图2至图8，本发明第一实施例主要包括下面步骤。

如图2所示，提供带有细微凹槽201的金属板20，以作为后续步骤的工作板，所设细微凹槽201有利于后续步骤完成后顺利脱去金属板20，为使表面平整，可用石蜡等容易去除的物质涂平凹槽201和金属板20表面，该金属板20作为后续步骤的支撑基础。

如图3所示，在金属板20表面通过镀膜、印刷或直接采用现成的模板等方法形成表面平整的氧化硅层22，作为后续步骤生长碳纳米管阵列30的基底，可通过机械抛光等方法使得其表面平整光滑，表面平整度要求小于1微米，厚度为1微米至1000微米，优选10微米~200微米，该氧化硅层22也可选用其他绝缘材料，能够耐受碳纳米管生长所需温度（约700℃），该氧化硅层22可以通过化学蚀刻方法去除。

如图4所示，进一步在氧化硅层22表面沉积催化剂层24，一般是Fe、Co、Ni或其合金。催化剂层24厚度为1~10纳米，优选为3~5纳米。优选地，可以将催化剂层24在300℃~400℃温度下进行退火，以利于催化剂纳米颗粒的形成。

如图5所示，在氧化硅层22表面生长碳纳米管阵列30，因为所述氧化硅层22的表面平整，所以可以保证碳纳米管阵列30生长在同一平面；碳纳米管阵列30的长度视生长过程而定，一般为1微米~1000微米之间，用于场发射优选10微米~500微米；碳纳米管阵列30是通过化学气相沉积法生成，在一定温度条件下通入碳源气体，如乙炔或乙烯，通过催化剂层24的催化作用，碳源气体发生化学反应，使得在氧化硅层22表面生成碳纳米管阵列30；生长碳纳米管阵列30的温度一般在700℃左右。

如图6所示，在碳纳米管阵列30顶部沉积形成电阻负反馈层402和阴极电极40，一般阴极电极40是以化学沉积的方法沉积金属材料形成，电阻负反馈层402可选用合适电阻的硅、合金等，厚度可根据电阻需要而决定。

如图7所示，脱去金属板20，并将氧化硅层22去除，露出碳纳米管阵列30；氧化硅层22可用化学刻蚀方法去除，必要时用激光轰击去除反应剩余的催化剂层24，露出碳纳米管阵列30生长面作为电子发射端，从而形成场发射元件。因为碳纳米管阵列30生长面平整，所以可达到发射电子均匀之目的。

如图8所示，进一步在碳纳米管阵列30两侧形成栅极电极44，即可通过栅

极电极来控制碳纳米管阵列30发射电子,所述栅极电极44形成在绝缘层42上,以绝缘隔开阴极电极40。

请参见图9至图11,为本发明第二实施例主要步骤示意图。

如图9所示,提供一基底110,通过机械抛光等方法,使其表面平整光滑,优选表面平整度小于1微米,再通过化学沉积方法,在所述表面形成1~10纳米厚度的催化剂层(图未标示),催化剂一般为过渡金属Fe、Co、Ni或其氧化物,然后,通入碳源气体乙炔或乙烯,加热至反应温度(700℃~1000℃),在催化剂作用下,在基底110表面生长碳纳米管阵列130,所得之碳纳米管阵列130顶端是否均匀不影响电子发射效果。因为基底110表面平整光滑,所以,碳纳米管阵列130的生长面平整均匀。

如图10所示,在碳纳米管阵列130顶端沉积金属材料,形成阴极电极150,所述阴极电极150与碳纳米管阵列130顶端电性连接。

如图11所示,将基底110去除,保留碳纳米管阵列130和阴极电极150,以碳纳米管阵列130的生长面作为电子发射端面,即可作为场发射元件,应用于场发射显示器等电子器件中。

因为碳纳米管阵列130生长面与基底110表面一致,其表面平整度与基底110表面平整度相同,小于1微米,所以,碳纳米管阵列130的电子发射端面均匀一致,从而实现电子发射均匀一致之目的。

说明书附图

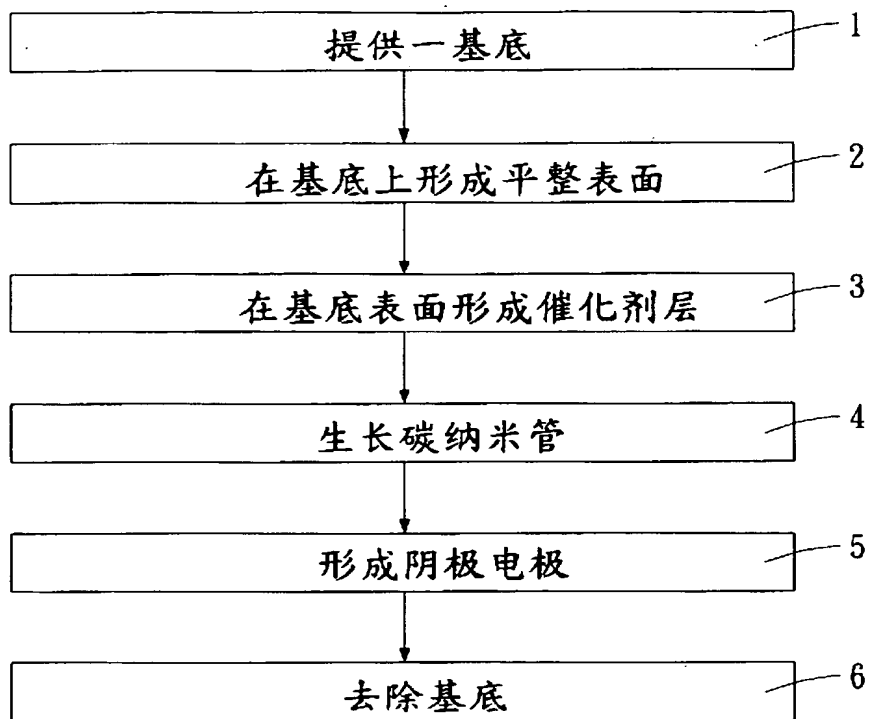


图 1

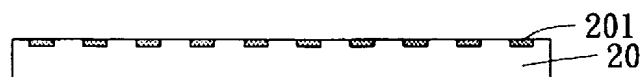


图 2



图 3



图 4

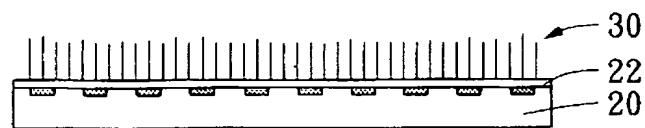


图 5

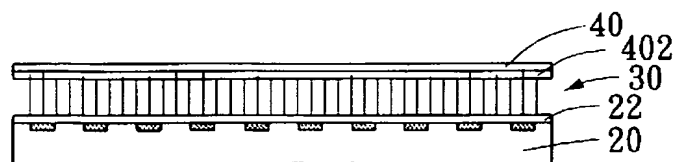


图 6



图 7

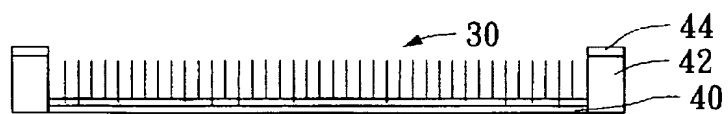


图 8



图 9

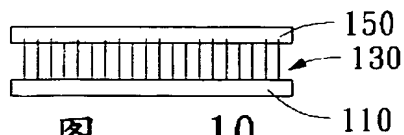


图 10

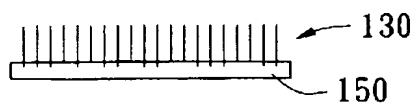


图 11

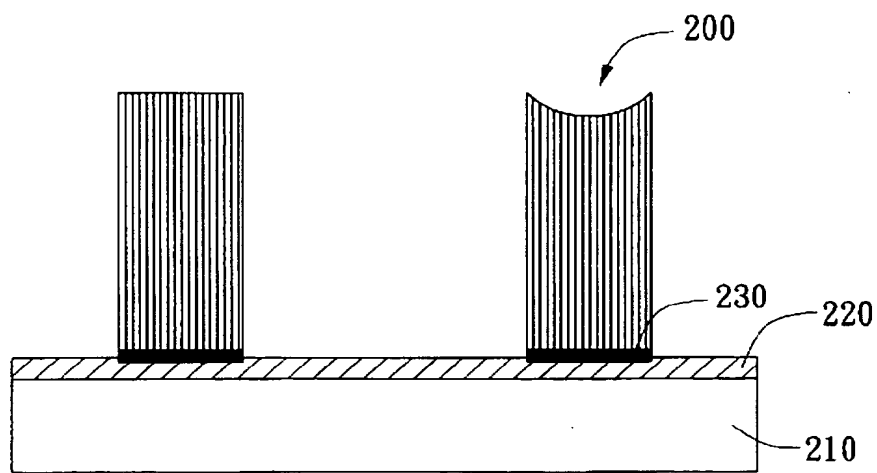


图 12